Aula
4

# FUNDAMENTOS DE IMUNOLOGIA

SATIE KATAGIRI
BRUNO LASMAR BUENO VALADARES

## META

Esclarecer os principais mecanismos que o nosso sistema imune utiliza para nos proteger contra os agentes externos, patogênicos ou não.

## OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
Identificar os órgãos e células constituintes do sistema imune; definir o que é imunidade inata e imunidade adaptativa; reconhecer os principais constituintes da imunidade humoral e da imunidade celular.

# INTRODUÇÃO

A Imunologia é uma das áreas das Ciências Médicas e Biológicas de maior sucesso no entendimento das doenças. Entre elas podemos citar as doenças infecciosas, as imunodeficiências, as alergias, os reumatismos, os tumores entre muitas outras. O controle das infecções recebeu grande incentivo com as descobertas de métodos de diagnóstico dos agentes infecciosos, assim como a vacinação participa do controle de muitas doenças, que anteriormente dizimavam milhões de indivíduos. Assim a imunologia consiste no estudo dos mecanismos de ação da resposta imune, isto é, os mecanismos pelos quais um organismo tem capacidade de reconhecer, neutralizar, metabolizar e eliminar as substâncias heterólogas, assim como tornar-se resistente a reinfecção. Este processo ocorre com ou sem lesão tecidual.

O Sistema Imunológico, também conhecido como Sistema Imunitário, compreende todos os mecanismos pelos quais um organismo se defende de diferentes invasores externos tais como vírus, fungos, bactérias, parasitos e toxinas. Existem basicamente dois tipos de mecanismos de defesa: 1. defesa inata (também chamada de imunidade natural ou inespecífica), constitui a primeira linha de defesa do organismo e está sempre presente em indivíduos saudáveis, preparada para bloquear a entrada dos microrganismos ou rapidamente eliminar os que conseguem penetrar nos tecidos do hospedeiro; 2. defesa adaptativa (também chamada de imunidade adquirida ou específica). Há dois tipos de imunidade adaptativa, a imunidade humoral, mediada por moléculas denominadas anticorpos (produzidos por linfóticos B) e a imunidade celular, mediada por linfócitos T.

O sistema imune humano é constituído por vasos linfáticos, órgãos e tecidos linfóides e por uma grande variedade de células de defesa (Figura 1). Nesta unidade, veremos como os mecanismos de defesa interagem com os patógenos para nos proteger efetivamente de possíveis infecções ou intoxicações.

Para entender o sistema imune, é importante destacar que a defesa do nosso organismo contra todo tipo de agente estranho é realizada pela interação entre células de defesa (leucócitos) e uma série de citocinas (mediadores químicos), que são utilizadas como uma das formas de "comunicação ou sinalização" entre as células de defesa.

Todas as células presentes na circulação sanguínea são produzidas na medula óssea (Figura 2), incluindo as células de defesa.

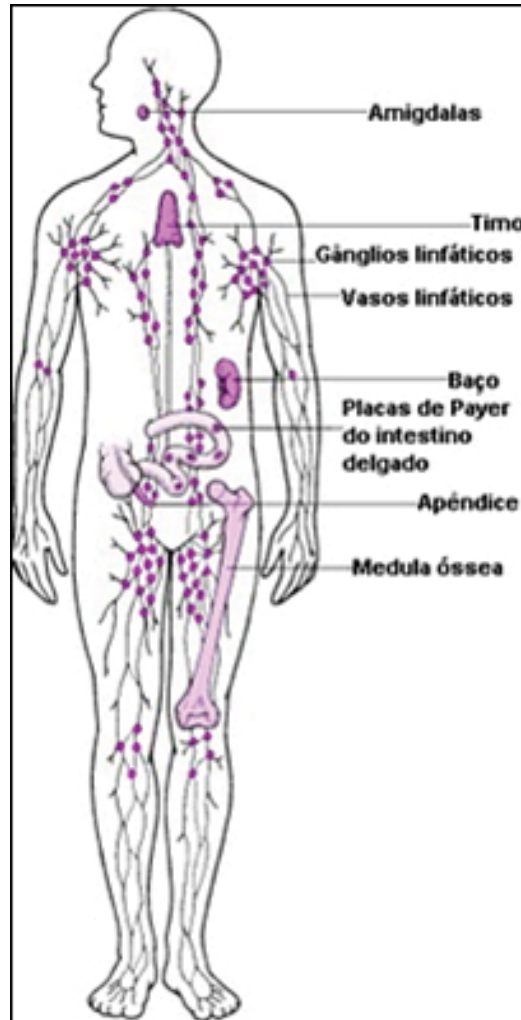



Figura 1. O sistema linfático é uma rede de linfonodos conectados por vasos linfáticos. Os linfonodos freqüentemente estão aglomerados em áreas onde os vasos linfáticos se ramificam, como o pescoço, as axilas e virilhas. Outros órgãos e tecidos do corpo - timo, fígado, baço, apêndice, medula óssea e pequenos aglomerados de tecido linfático (como as amígdalas na garganta e as placas de Peyer no intestino delgado) também fazem parte do sistema linfático, ajudando no combate às infecções.

Os leucócitos são formados na medula óssea e depois seguem para vários órgãos onde posteriormente sofrerão maturação e diferenciação. E como isso acontece? Pela rede de órgãos e células circulantes no organismo, entre eles:

a) Vasos linfáticos: são os vasos linfáticos, em colaboração com a circulação sanguínea, que desempenham a função de transportar antígenos e linfócitos até os órgãos linfóides.

b) Órgãos linfóides primários: São os órgãos nos quais os linfócitos passam por processos de maturação e diferenciação. São eles:

- Timo: tem como função promover a maturação dos linfócitos T, oriundos da medula óssea;

- élulas de defesa como os linfócitos. Os linfócitos T, depois de produzidos, migram para o timo para o amadurecimento e os linfócitos B permanecem na medula, para o processo de maturação e para posterior migração para os órgãos linfóides secundários.

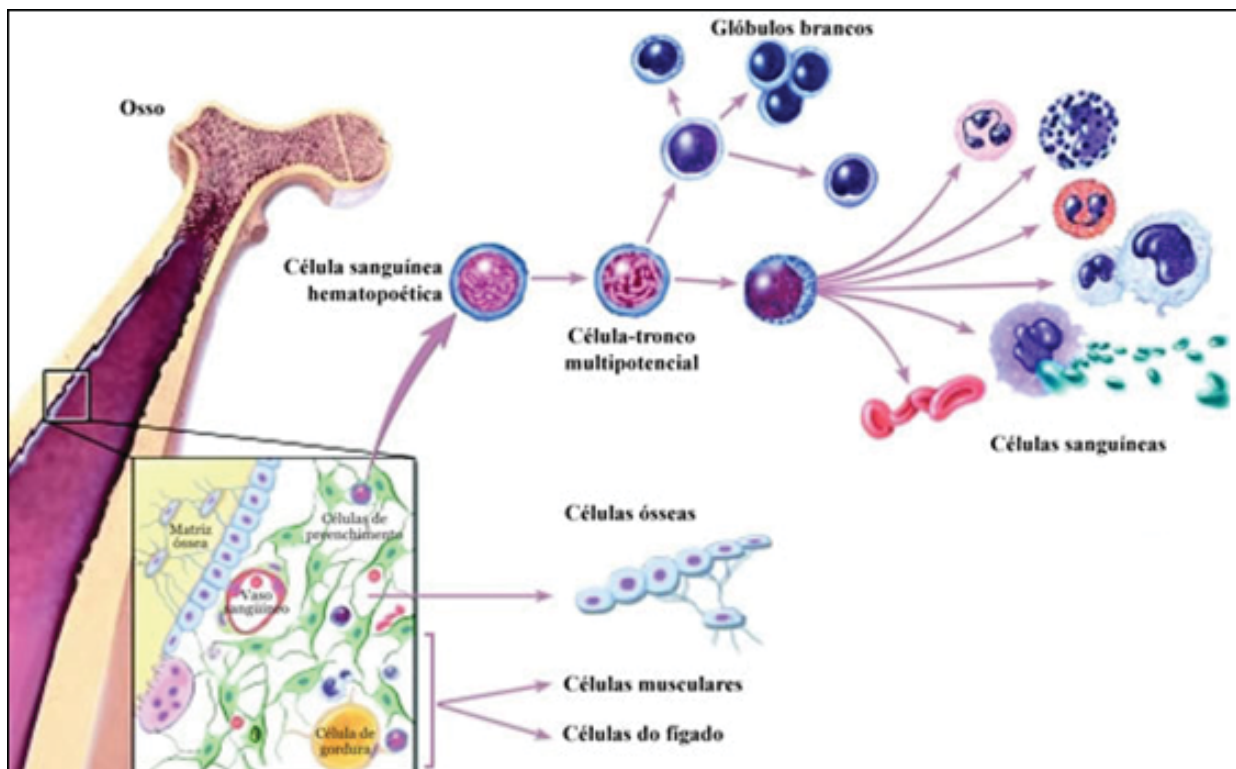



Figura 2. A medula óssea, localizada no interior dos ossos, é responsável pela produção de células tronco que se diferenciam em células sanguíneas (leucócitos, hemácias e plaquetas).

c) Órgãos linfóides secundários: São os órgãos nos quais os linfócitos irão exercer suas atividades.
- Linfonodos ou gânglios linfáticos: são encontrados distribuídos em todo o corpo e a sua principal função é filtrar a linfa, retirando bactérias, vírus, restos celulares, etc.
- Baço: é onde ocorre a liberação e distribuição de células de defesa para o sangue.
- Tecidos linfóides associados a mucosas: as tonsilas (amígdalas) e a placa de Peyer funcionam como órgãos de "pontos de encontro" entre antígenos e anticorpos.

d) Células efetoras do sistema imune

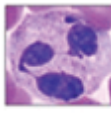
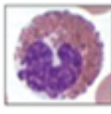
As células do sistema imune são chamadas de leucócitos. Toda vez que enfrentamos algum tipo de infecção, invariavelmente temos um aumento do número de leucócitos, e esse quadro é chamado de leucocitose. Quando temos uma queda na quantidade de leucócitos, temos a chamada leucopenia. Os leucócitos podem ser divididos em granulócitos e agranulócitos (Tabela 1).

| Tipo | Designação | Quantidade | Constituição/Função | Imagem |
|---|---|---|---|---|
| Granulócitos | Neutrófilos | 3000 a 7000/mm$^3$ | Possuem um núcleo multilobulado e um tempo de vida curto (24-48 horas). São células fagocíticas capazes de destruir organis-mos intracelulares e extra-celulares desfavoráveis ao organismo. | |
| | Eosinófilos | 100 a 400/mm$^3$ | Possuem um núcleo geralmen-te bilobulado. São células com uma fraca capacidade fagocítica. Atuam liberando as enzimas dos seus grânulos para o meio extra-celular, as quais destruirão os parasitos. | |
| | Basófilos | 20 a 50/mm$^3$ | São células não fagociticas. Estão envolvidas em respostas alérgicas, pois liberam substâncias alérgicas como a histamina. | |
| Agranulócitos | Monócitos | 100 a 700/mm$^3$ | Apresentam um núcleo com forma de ferradura e têm a capacidade de migrar para os tecidos, onde evoluem para células de maior tamanho e com grande capacidade fagocítica (macrófagos). | |
| | Linfócitos | 1500 a 3000/mm$^3$ | Possuem um núcleo esférico e volumoso. Resultam da diferenciação de células da medula óssea e podem ser de diferentes tipos:<br>- Linfócitos B<br>- Linfócitos T | |

Tabela 1. Os leucócitos constituem o principal agente do sistema de defesa do nosso organismo, denominado também de sistema imunológico. No sangue, existem vários tipos de leucócitos, de diferentes formatos, tamanhos e formas de núcleo.

# I. IMUNIDADE INATA

O sistema imune inato é a primeira linha de defesa do organismo contra os patógenos e responde sempre da mesma maneira a encontros repetidos com um microrganismo. É constituído basicamente por quatro barreiras de defesa: anatômica, fisiológica, fagocítica e inflamatória. Possui três características principais: 1) Responde rapidamente às infecções. Isso ocorre porque o sistema imune inato utiliza mecanismos como as barreiras naturais, que estão presentes o tempo todo, ou células e moléculas que são ativadas minutos após a exposição ao patógeno. A fagocitose é um dos principais mecanismos de ação da imunidade inata. Trata-se de um processo em que microrganismos como as bactérias, por exemplo, são englobados pelas células fagocíticas e depois destruídas ou neutralizadas (Figura 3). 2) Responde exatamente da mesma maneira cada vez que encontra um agente infeccioso. 3) Utiliza um número limitado de moléculas para reconhecer que existe uma infecção. Elas são denominadas moléculas de reconhecimento padrão.

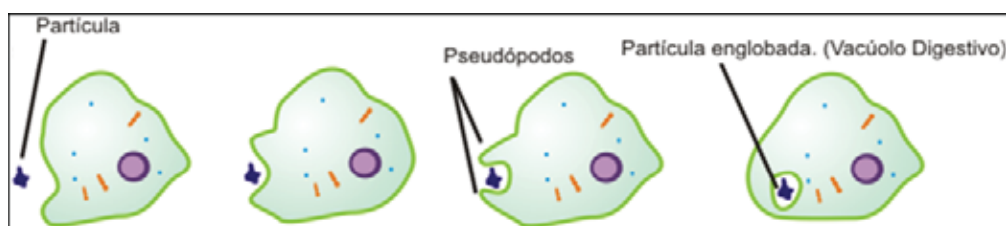



Figura 3. Processo de fagocitose por células de defesa.

- Barreiras anatômicas

As barreiras físicas e anatômicas são compostas pela pele (Figura 4) e superfície das membranas mucosas. A pele é espessa e impermeável, enquanto as membranas mucosas contam com componentes importantes, tais como o muco do trato respiratório que, junto com os cílios, retira os patógenos do corpo. Se essas defesas básicas sofrerem algum dano (como ferimentos, por exemplo) os patógenos ganham uma porta de entrada para o organismo.

- Barreiras fisiológicas

As barreiras fisiológicas presentes na imunidade inata incluem a temperatura e o pH, além de secreções e a acidez gástrica. Muitas espécies de animais não são susceptíveis a determinadas doenças, pois suas temperaturas corporais inibem o crescimento dos patógenos. A acidez gástrica é uma barreira fisiológica inata à infecção, porque poucos patógenos ingeridos podem sobreviver ao pH baixo do conteúdo estomacal. Isso explica o porque de alguns bebês serem mais susceptíveis a algumas doenças que não acometem os adultos, pois seus níveis de pH estomacal são menos ácidos

que os adultos. Mesmo os patógenos que conseguem sobreviver à acidez estomacal e que chegam ao intestino grosso, ainda enfrentam a competição com milhares de bactérias da flora intestinal. As chances desses patógenos sobreviverem a essa segunda barreira são pequenas.

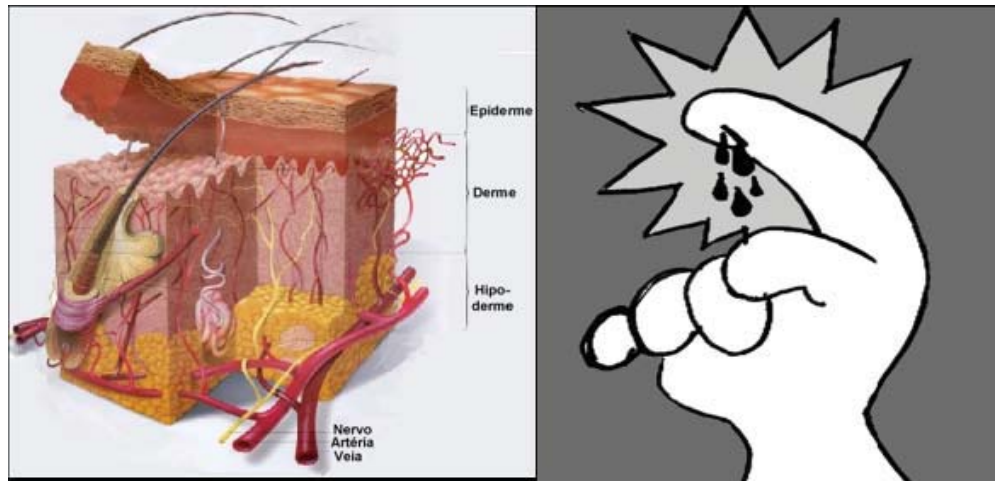



Figura 4. A pele é uma barreira mecânica que retarda a entrada de um microrganismo, seu PH baixo (entre 5 -6) também representa um avanço para conter os patógenos que porventura queiram invadir o organismo. O corte dessa barreira atua como uma porta de entrada para os microrganismos, que podem então iniciar um processo infeccioso.

- Barreiras fagocíticas

Outro mecanismo de defesa inata é a fagocitose de partículas estranhas pelos leucócitos, tais como monócitos, neutrófilos e macrófagos.

- Barreiras inflamatórias

A lesão de tecidos ocasionada por cortes, ferimentos ou por microrganismos patogênicos induz a uma complexa seqüência de eventos, conhecidos coletivamente como resposta inflamatória. O processo inflamatório é caracterizado por cinco sinais (Figura 5), a saber: rubor (vermelhidão), tumor (inchaço), calor (aquecimento), dor (compressão de terminações nervosas) e perda de função. Os sinais cardinais da inflamação refletem os três principais eventos de uma resposta inflamatória:

- Vasodilatação - capilares dilatados são responsáveis pelo quadro de rubor e calor.
- Aumento de permeabilidade capilar - facilita o fluxo de fluidos e de células dos capilares dilatados para dentro dos tecidos. O acúmulo de exsudato é responsável pelo edema (tumor).
- O fluxo de células fagocíticas dos capilares para dentro dos tecidos é facilitado pelo aumento da permeabilidade capilar, promovendo a chegada dessas células até o sítio da resposta inflamatória. O acúmulo de células de defesa e microrganismos mortos, material digerido e fluidos, forma uma substância denominada pus.

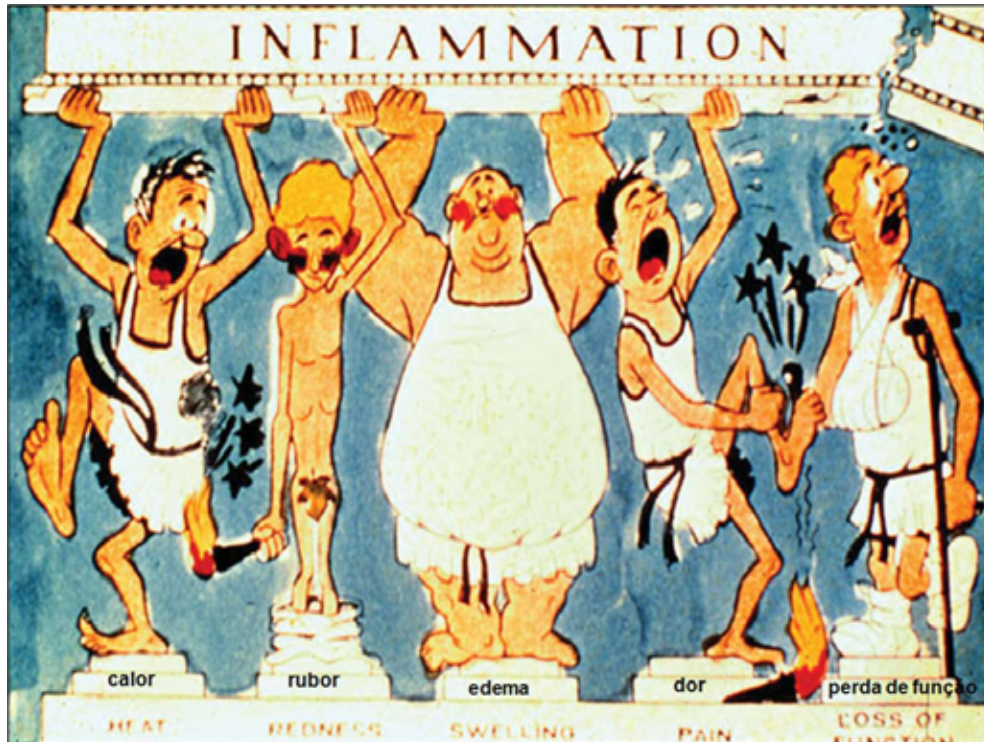



Figura 5. Os cinco sinais cardinais do processo inflamatório - calor, rubor, edema, dor e perda de função.

É importante destacar que todas as células do nosso organismo apresentam em sua superfície um marcador específico que indica que aquela célula faz parte do nosso corpo e, portanto, não deve ser destruída ou eliminada pelo sistema imune. Para que a resposta imune possa nos proteger contra microrganismos, os componentes da imunidade inata reconhecem as estruturas que são compartilhadas por várias classes de microrganismos e não estão presentes nas células do organismo. Cada componente da imunidade inata pode reconhecer muitas bactérias, vírus ou fungos. Se esse mecanismo de reconhecimento sofrer alguma alteração e o sistema imune começar a destruir células sadias do organismo, o indivíduo pode apresentar algumas enfermidades conhecidas como "doenças auto-imunes”.

As principais células que agem no sistema imune inato são os fagócitos, como neutrófilos, monócitos, macrófagos e as células natural killer (também conhecidas como células exterminadoras naturais).

Além das células de defesa, o sistema imune inato ainda tem como importante componente o sistema complemento. O complemento é constituído por aproximadamente 20 proteínas circulantes, associadas à membrana celular, que são efetivas na defesa contra patógenos. Muitas proteínas do complemento são enzimas proteolíticas e a ativação do complemento envolve a ativação seqüencial dessas enzimas, fenômeno conhecido como cascata enzimática. A cascata do complemento pode ser ativada por três vias possíveis. A via alternativa e a via da lecitina são componentes da

imunidade inata. A via clássica é acionada por anticorpos sendo, portanto, um componente humoral da imunidade adaptativa.

**Fique por dentro: A imunidade inata é a linha de defesa inicial, mediada por células e moléculas que estão sempre presentes, prontas para eliminar os agentes infecciosos. As principais células envolvidas nesse mecanismo de defesa são os fagócitos.**

## ATIVIDADES

Tentando surpreender a pessoa amada, você resolveu ir para a cozinha e "colocar a mão na massa". Entre a preparação de um quitute e outro, sem perceber, você cortou o dedo. No dia seguinte, seu dedo encontrava-se avermelhado, dolorido e com início de formação de pus. Pergunta-se:
a) Que tipo de processo imunológico está instalado no corte?
b) A pele do dedo faz parte de qual tipo de resposta imune?
c) Quais são as células envolvidas na formação de pus?

## II. IMUNIDADE ADAPTATIVA

A imunidade adaptativa (também chamada de imunidade específica ou adquirida) é o tipo de defesa do hospedeiro que é estimulada pelos patógenos, sendo sempre específica para os microrganismos que a estimularam e ocorre algum tempo após o contato com o antígeno. No primeiro contato a resposta é mais demorada (resposta primária), após o segundo encontro com o mesmo antígeno a resposta ocorre de maneira mais rápida e mais intensa (resposta secundária), devido às características desse tipo de imunidade, como veremos adiante. Diferente da resposta imune inata, a resposta imune adaptativa é uma reação a antígenos específicos e exibe quatro atributos característicos: especificidade antigênica, diversidade, memória imunológica e reconhecimento do próprio/reconhecimento do não próprio.

**Fique por dentro: Antígeno é toda substância estranha ao organismo que provoca uma resposta imunológica com formação de anticorpos.**

A especificidade antigênica do sistema imune adaptativo permite a distinção das diferenças sutis entre os antígenos e é capaz de produzir uma grande diversidade de moléculas de reconhecimento, permitindo que o sistema imune reconheça milhares de estruturas diferentes únicas nos antígenos estranhos. Uma vez que o sistema imune tenha reconhecido e respondido a um antígeno, ele produz uma memória imunológica que, em um segundo encontro com o mesmo antígeno, induz a um estado aumentado de reatividade imune. É por causa dessa capacidade de memorização que o sistema imune adaptativo pode conferir imunidade por toda a vida a muitos agentes infecciosos após um encontro inicial. Além disso, o sistema imune normalmente responde somente aos antígenos estranhos, indicando a capacidade de reconhecer o próprio e o não próprio. Essa capacidade de distinção entre o próprio e o não próprio é essencial, pois uma resposta inadequada às moléculas próprias pode causar problemas como as doenças auto-imunes.

Existem dois tipos de imunidade adaptativa: a imunidade humoral e a imunidade celular, que são mediadas por diferentes tipos de células e moléculas e são encarregadas de defender o organismo contra microrganismos extra e intracelulares, respectivamente.

### 1. Imunidade humoral

A imunidade humoral é mediada por moléculas denominadas anticorpos, produzidas pelos linfócitos B. Os linfócitos B caracterizam-se por possuírem em sua superfície um complexo receptor que é a estrutura que permite o reconhecimento específico dos antígenos que estimularam a sua produção. Por exemplo, quando nos vacinamos ou sofremos alguma infecção por determinado patógeno, estamos estimulando uma resposta imune específica para o agente com o qual entramos em contato. Isso faz parte da especificidade imunológica, e é justamente por isso que quando nos vacinamos contra a febre amarela, produzimos anticorpos apenas contra o vírus da febre amarela, sendo impossível produzirmos anticorpos contra o sarampo, por exemplo. Os anticorpos, também denominados de imunoglobulinas, são moléculas solúveis, secretadas na circulação e nos fluidos das mucosas. Eles atuam ao neutralizar e eliminar os patógenos e toxinas microbianas presentes no sangue e nas cavidades de órgãos com mucosa (tratos respiratório e gastrointestinal). Uma das funções mais importantes

dos anticorpos é impedir que os microrganismos presentes nas superfícies mucosas e no sangue tenham acesso às células hospedeiras e aos tecidos conjuntivos, colonizando-os. Os anticorpos não têm acesso aos patógenos que estejam no interior de células infectadas. A defesa contra os patógenos intracelulares é chamada de imunidade celular e são mediadas por células T (linfócitos T).

A imunidade humoral pode ser dividida em ativa e passiva. A imunidade do tipo ativa ocorre quando há produção de anticorpos ativamente por meio da infecção ou por vacinação; quando essa produção de anticorpos pelo hospedeiro é ativa, ocorre a formação da memória imunológica, ou seja, o organismo ao entrar em contato novamente com o antígeno, será capaz de responder prontamente contra a infecção, por se "lembrar" que já tiveram um prévio contato. Existe também a imunidade do tipo passiva, quando ocorre a transferência de anticorpos prontos, que foram produzidos por outro organismo, como no caso do colostro ou dos soros hiperimunes. Neste caso, o hospedeiro recebe os anticorpos prontos que irão neutralizar os antígenos e, desta forma, não ocorre a formação da memória imunológica. Observe os tipos de resposta adaptativa humoral no quadro a seguir:

| Imunidade passiva natural | Imunidade passiva artificial | Imunidade ativa natural | Imunidade ativa artificial |
|---|---|---|---|
| Anticorpos do colostro da mãe | Anticorpos do soro anti-ofídico | Anticorpos produzidos ativamente pela ocorrência de infecção | Anticorpos produzidos ativamente pela vacinação |

Tabela 2. Tipos de resposta adaptativa humoral.

Quando sofremos alguma picada de cobra (acidente ofídico), a terapêutica a ser aplicada é a administração de soro anti-ofídico, uma solução rica em anticorpos prontos, previamente produzidos por outro organismo (no caso, por cavalos). A ação do veneno da serpente é mais rápida do que a capacidade da resposta imune do hospedeiro em produzir a imunidade necessária para controlar a infecção. Nesse caso, precisamos de uma rápida intervenção na tentativa de neutralizar esse potente veneno. Os anticorpos que estão prontos neutralizarão a toxina protegendo o indivíduo contra os efeitos do veneno, entretanto não ocorre formação de células de memória. Em caso de um segundo acidente ofídico, será necessário que o paciente receba novamente a dose do soro anti-ofídico.

Os anticorpos possuem a forma de um "Y" e são constituídos por quatro cadeias polipeptídicas ligadas por pontes dissulfeto, contendo uma região constante e duas regiões variáveis. É nas regiões variáveis que se estabelece a ligação entre o anticorpo e um antígeno que lhe é específico. A ligação entre antígeno e anticorpo é do tipo chave e fechadura, portanto só existe a ligação entre anticorpos que sejam específicos para o antígeno que estimulou a sua produção.

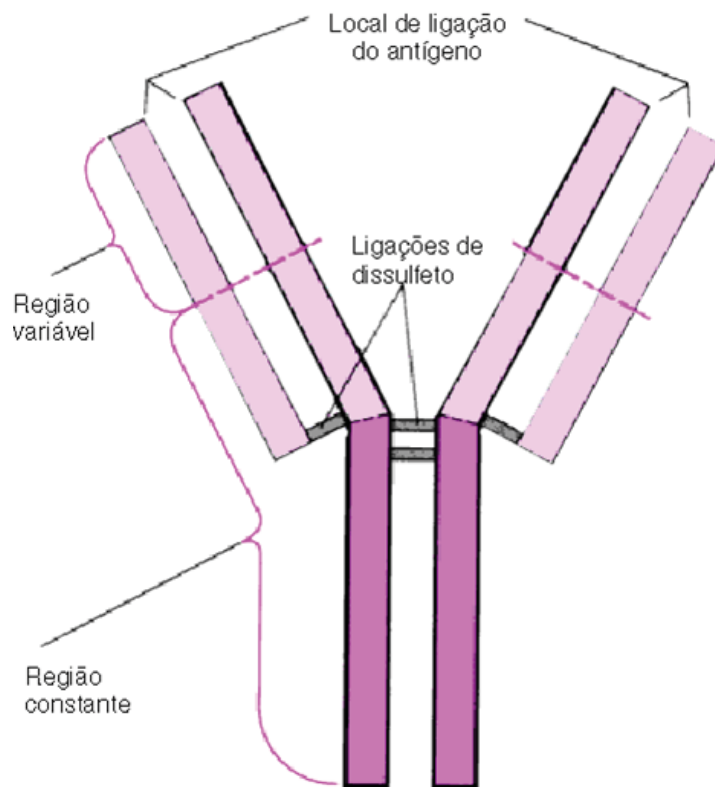



Figura 6. Estrutura de um anticorpo. Todas as moléculas de anticorpos possuem uma estrutura básica em forma de Y, na qual várias peças são mantidas unidas por estruturas químicas denominadas ligações de dissulfeto. Uma molécula de anticorpo divide-se em regiões variáveis e constantes. A região variável determina o antígeno ao qual o anticorpo irá ligar-se. A região constante determina a classe do anticorpo – IgG, IgM, IgD, IgE ou IgA.

Quando um anticorpo se liga a um antígeno, estas duas moléculas vão formar um complexo antígeno-anticorpo que vai desencadear vários processos que, por sua vez, irão conduzir à neutralização e destruição de todas as estruturas estranhas que conseguiram invadir o organismo do hospedeiro (antígenos).

Antígenos podem ser moléculas pertencentes a vírus, bactérias, protozoários, moléculas existentes em pólens ou pêlos de animais, de células (tecidos transplantados) ou ainda moléculas solúveis como as toxinas. Estruturalmente os antígenos são constituídos por várias porções capazes de

ser reconhecidas pelo sistema imune, sendo denominadas de determinantes antigênicos ou epítopos.

**As Imunoglobulinas**

As imunoglobulinas (Ig's) podem ser classificadas de acordo com o tipo de migração que realizam quando submetidas a reações de eletroforese. Sendo assim, os anticorpos que possuem migração eletroforética do tipo gama são chamadas de gamaglobulinas (a maioria das imunoglobulinas séricas são gamaglobulinas). O termo anticorpo é utilizado quando nos referimos a moléculas da família das Ig's que têm a capacidade de reagir especificamente com um determinado antígeno. A seguir são apresentadas as classes de imunoglobulinas e a ação de cada uma delas.

IgG - principal anticorpo presente nos líquidos internos do corpo, corresponde a 70-75% do total das Ig's séricas. A IgG é produzida em baixas concentrações na resposta imune primária (primeiro contato com o antígeno) e em altas concentrações durante a resposta imune secundária (segundo contato com o mesmo antígeno) (Figura 10). Outro fator importante é que a IgG é a única imunoglobulina capaz de atravessar a placenta, sendo um importante fator de imunidade passiva transferida da mãe para o filho na fase intra-uterina.

IgM - anticorpo abundante no sangue, mas normalmente ausente nos órgãos ou tecidos, correspondendo a 10% do total das Ig's séricas. A IgM é produzida em altas concentrações na resposta imune primária e em baixas na resposta imune secundária. Essa característica permite identificarmos quando a infeção é aguda ou crônica.

IgA - anticorpo presente no sangue e em secreções como saliva, colostro, lágrimas, secreções urogenitais e traqueobronquiais, correspondendo a 15-20% do total das Ig's séricas. A IgA se associa facilmente a vírus e bactérias que tenham entrado no organismo, impedindo que se estabeleçam. Esse é um agente de defesa importante, uma vez que as mucosas albergam muitos microrganismos e a entrada constante de patógenos pode levar a respostas inflamatórias persistentes e a lesões teciduais.

IgD - anticorpo presente nos líquidos internos do corpo em concentrações inferiores a 1% do total das Ig's séricas. A sua principal atividade biológica é a de ser um receptor para antígenos na membrana de linfócitos B.

IgE - também um anticorpo presente nos líquidos internos do corpo em concentrações inferiores a 1% do total das Ig's séricas. As principais atividades da IgE são o combate às infecções parasitárias ocasionadas por helmintos e em processos de hipersensibilidade (alergias). Em processos alérgicos a IgE induz a liberação de histamina - um potente vasodilatador que em grandes quantidades pode levar ao choque circulatório.

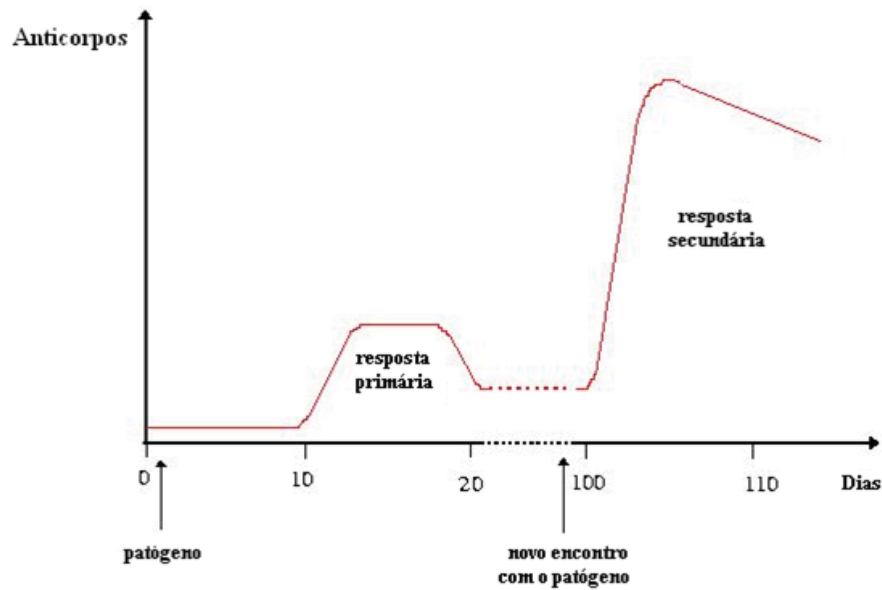



Figura 7. A resposta imunológica primária para novos patógenos é lenta, porém a existência da memória imunológica faz com que a resposta secundária seja mais rápida, permitindo uma intervenção imediata do sistema imune.

## 2. Imunidade celular

Os linfócitos T têm um papel muito importante na imunidade do nosso organismo, pois são os principais responsáveis pelos processos da imunidade celular. A imunidade mediada por células é particularmente efetiva no combate a agentes patogênicos intracelulares, na destruição de células infectadas e no reconhecimento e destruição de células tumorais. Os linfócitos T podem ser classificados segundo a sua função, como demonstrado na tabela 3:

| | |
|---|---|
| **Linfótico T auxiliar/T helper** | Responsável pelo reconhecimento dos antígenos específicos e pela secreção de mediadores químicos, que estimulam a fagocitose e a produção de anticorpos pelos linfócitos B. |
| **Linfócito T citotóxico** | É a células efetora, capaz de reconhecer e destruir as células infectadas ou cancerosas. |
| **Linfócito T supressor** | Ajuda a moderar ou inibir a resposta imunitária quando a infecção já se encontra controlada. |
| **Linfócito T de memória** | Permanece inativo durante bastante tempo, respondendo de forma imediata e eficaz quando do segundo contato com um determinado antígeno. |
| **Linfócito Natural Killer (NK)** | Responsável pela produção de citocinas que regulam respostas imunitárias inatas (como por exemplo a fagocitose) e adaptativas (como por exemplo a diferenciação de linfócitos T e B), e pela eliminação de células tumorais através de processos citotóxicos que induzem a morte celular. |

Tabela 3. Classes de linfócitos.

**Fique por dentro: A imunidade humoral é aquela que envolve a produção de anticorpos, sendo a relação entre antígenos e anticorpos específica, do tipo chave-fechadura. Este tipo de resposta imune é direcionada ao controle ou destruição de antígenos extracelulares. A imunidade celular é aquela que envolve a resposta com ação de linfócitos T e ocorre contra antígenos intracelulares. Os dois tipos de imunidade são específicos e geram memória imunológica.**

## Relação Entre Imunidade Inata e Adaptativa

As imunidades inata e adaptativa não atuam independentes uma da outra. Elas trabalham sempre em cooperação para produzir uma imunidade mais eficaz. Como exemplo disso, temos o encontro entre macrófagos e os patógenos que podem gerar os sinais de perigo ou advertência, que induzem às respostas imunes adaptativas. Esses encontros são tão importantes nessa

relação entre imunidade inata e adaptativa, que os macrófagos são conhecidos como "células apresentadoras de antígeno". Esses macrófagos quando estimulados pela presença de antígenos, expõem a sua presença de forma a permitir o reconhecimento dos antígenos pelas células T (linfócitos T), que fazem parte da imunidade adaptativa. A produção de anticorpos contra um patógeno também tem efeitos importantes para a ativação de uma das vias do sistema complemento (anteriormente citado). Ao se ligarem aos patógenos, os anticorpos os marcam como alvos a serem atacados e eliminados pelo sistema complemento. Assim, estes dois sistemas (imunidade inata e adaptativa) formam uma rede mutuamente interativa e de auxílio que fornece uma barreira efetiva contra as infecções.

## ATIVIDADES

1. Existem dois tipos de resposta imune que fazem parte da imunidade adquirida ou adaptativa. Quais são elas e quais as principais células de defesa envolvidas nessas respostas?
2. Joãozinho, quatro anos de idade, começou a apresentar leve inchaço na boca quando comeu um pacotinho de biscoitos com recheio de morango. Os sintomas logo desapareceram. Um mês depois, ao comer o mesmo biscoito, apresentou vômito, dificuldade para respirar, chiado no peito e o rosto ficou vermelho. Joãozinho foi imediatamente levado para a emergência de um grande hospital, mas no caminho tornou-se apático e perdeu a consciência. Diante do quadro exposto, responda:
a) Qual a suspeita inicial?
b) Qual é a imunoglobulina envolvida nesse tipo de reação?
c) Qual é a principal amina vasoativa responsável pela vasodilatação?

## CONCLUSÃO

Os seres humanos mantêm contato direto com uma grande quantidade de organismos com características biológicas bastante variadas (vírus, bactérias, fungos, parasitos), muitos dos quais podem causar um desequilíbrio fisiológico focal ou generalizado causando o estado de doença. Graças à vigilância imunológica o organismo mantém a sua integridade, agindo contra agentes agressores e substâncias endógenas ou exógenas. Para tanto o homem utiliza diferentes mecanismos de defesa que tem como base de ação o reconhecimento do próprio e do não próprio, desencadeando processo imune contra o não próprio. Esses mecanismos incluem a perfeita interação entre órgãos, células e mediadores químicos. Em conclusão, o sistema imunológico apresenta um importante papel, não apenas como órgão de defesa contra agressões externas, mas também como mediador do equilíbrio

dinâmico do organismo. É em busca desse equilíbrio que nossas células e órgãos estão sempre trabalhando de maneira incessante e incansável.

## RESUMO

Neste capítulo vimos quais são os mecanismos de interação utilizados pelo nosso sistema imune, tanto por células de defesa como por mediadores químicos, para nos oferecer uma proteção eficaz contra agentes externos. A resposta imune é dividida entre resposta imune inata e adquirida, cada qual envolvendo diferentes mecanismos de atuação que agem de forma integrada. Ambas as respostas atuam em constante equilíbrio para que todo e qualquer agente estranho ao nosso organismo seja combatido. A resposta imune inata é constituída por barreiras, entre elas a anatômica e a inflamatória, que juntamente com o estímulo e produção de mediadores químicos podem estimular a resposta imune adquirida. Foi visto também que uma parte importante da proteção oferecida ao hospedeiro pela resposta imune adquirida é realizada pela ação de moléculas denominadas anticorpos, que podem pertencer a diferentes classes, mas que sempre respondem especificamente para o antígeno que estimulou a sua formação. Desta forma, temos que os mecanismos de proteção do nosso organismo são o resultado de uma série de ações envolvendo órgãos linfóides, células e sinais químicos que atuam em perfeita sincronia com o objetivo principal de proporcionar a proteção contra os antígenos.

## PRÓXIMA AULA

Na próxima aula, estudaremos as principais parasitoses de importância em nosso país, elucidando os métodos profiláticos que podem ser utilizados em sua prevenção.

## AUTOAVALIAÇÃO

1. Prezado aluno, você é capaz de entender como as células e órgãos do sistema imune atuam para fornecer uma resposta imune protetora?
2. Defina o que é imunidade inata e imunidade adaptativa.
3. Quais os principais constituintes da imunidade humoral e da imunidade celular?

# REFERÊNCIAS

Abbas, K. A; Litchtman, A. H. 2003. Imunologia Básica: Funções e distúrbios do sistema imune. Rio de Janeiro: Revinter.

Balestieri, F. M. P. 2006. Imunologia. São Paulo: Manole.

Goldsby, R. A.; Kindt, T. J.; Osborne, B. A. 2002. Kuby Imunologia. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Revinter.

Helbert, M. 2007. Imunologia: série carne e osso. São Paulo: Elsevier.